

Жұмыс нәтижелері көрсеткендей карбонизделген күріш қауызы негізінде жүргізілген қысқа мерзімді, ұзақ мерзімді және токсинділікке жауап беру әдістердің барлығы жауынкұрттардың тіршілігіне әсері төмен екендігін көрсетті.

### Әдебиеттер

1. Ecological Effects Test Guidelines. POOTS 850.6200. Earthworm Subchronic Toxicity Test. – EPA 712-C-96-167, April 1996.
2. Международный стандарт ИСО 11268-1 «Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных червей».
3. Международный стандарт ИСО 11268-2 «Определение загрязнения по подавлению репродуктивности у земляных червей».
4. Международный стандарт ИСО 11268-3 «Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных червей в полевых условиях».
5. Пижл В. Значение дождевых червей как биоиндикаторов загрязнения почвы пестицидами // Экология. – 1989. – № 5. – С. 86–88.
6. Спиров А.В., Пушной Г.В. Использование олигохет в качестве тест-объектов в системах скрининга тератогенов среды // Всес. совещ. “Эколого-генетический мониторинг состояния окружающей Среды. – Караганда, 1990. – С. 112.

\*\*\*

В работе проведена биологическая оценка токсичности карбонизованной рисовой шелухи с помощью дождевых червей. Проведенные исследования показали, что карбонизованный сорбент на основе рисовой шелухи не оказывает действия на жизнеспособность и плодовитость дождевых червей.

\*\*\*

In this work it is studied a biological estimation of toxicity of carbonized rice shell by earthworms. The spent methods have shown, that carbonized sorbent on the basis of rice shell has no effect on viability and fruitfulness of earthworms.

УДК 631.527:633.11:504.5-03]:[581.1+591.1

**Р.А. АЛЫБАЕВА, Л.С. МУХАМЕТРАХИМОВА**

### **ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ КАДМИЯ И МЕДИ В ОРГАНАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОГЕННЫХ АГРОЦЕНОЗАХ**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*Были исследованы различные генотипы озимой пшеницы в Восточно-Казахстанских агроценозах, с целью оценки накопления, таких приоритетных для этого региона тяжелых металлов, как кадмий и медь. Показано, что при количествах кадмия и меди, превышающих ПДК в почве, количество меди в зерне незначительное и не превышает ПДК, а кадмия - превышает ПДК для семян. Исследование также выявило значительные различия в накоплении кадмия и меди по генотипическому признаку.*

Тяжелые металлы являются опасными загрязнителями почв. Почва не обладает механизмами самоочищения от больших количеств тяжелых металлов, они могут накапливаться в ней, существенно влияя, как на биологические свойства самой почвы, так и на произрастающие сельскохозяйственные культуры /1/. Наиболее острая проблема, решение которой имеет практическое значение, является загрязнение тяжелыми металлами

агроценозов вблизи крупных промышленных центров. Необходима разработка систем земледелия гарантирующих экологически безопасное функционирование сельскохозяйственного производства, снижение уровня загрязнения получаемой продукции тяжелыми металлами и другими химическими токсикантами /2/.

Отдельные сорта различных видов продовольственных культур проявляют существенные различия по устойчивости к действию почвенных загрязнителей. Эти их свойства можно использовать в экологически чистом производстве, подбирая наиболее металлоустойчивые культуры, накапливающие минимальное количество поллютантов, получать экологически безопасную продукцию /3/. Металлоустойчивые формы также могут служить донорами при создании толерантных к загрязнителям сортов растений /4/.

Усть-Каменогорск характеризуется наличием большого числа техногенных загрязнителей, среди которых лидирующая роль принадлежит тяжелым металлам. Исследование накопления тяжелых металлов различными генотипами сельскохозяйственных культур в техногенных агроценозах представляет большой интерес. Выявление доноров для селекции на металлоустойчивость может помочь решить проблему получения чистого урожая на загрязненных тяжелыми металлами почвах, что и явилось предпосылкой для проведения данного исследования.

Были исследованы различные генотипы озимой пшеницы, важной сельскохозяйственной культуры. Эксперименты проводились с целью оценки накопления таких приоритетных для данного региона тяжелых металлов, как кадмий и медь в органах пшеницы в условия загрязнения почвы.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследовались генотипы озимой пшеницы. Эксперименты были выполнены в полевых условиях, естественного загрязнения почвы кадмием и медью, которые являются приоритетными загрязнителями почвы Восточно-Казахстанской области /5/. Определялось содержание кадмия и меди в земле прикорневой зоны растений пшеницы для оценки уровня загрязнения почвы и содержание этих тяжелых металлов в органах различных генотипов для оценки биологического накопления. Растения выращивались на экспериментальных участках п. Опытное поле (пригород Усть-Каменогорска) ВКНИСХИ. В эксперименте изучались различные генотипы озимой пшеницы, районированные в Восточно-Казахстанской области: Сибинка, Булава, Мироновская 808, 116/271. Кадмий и медь определяли методом атомной абсорбции с атомизацией в пламени и графитовой печи на приборе AAnalyst 300 фирмы "Perkin Elmer". Одной из характеристик, отражающих уровень накопления ТМ культурами, является коэффициент биологического поглощения (отношение концентрации элемента в продукции к концентрации в почве), поэтому определялся также этот показатель.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Ранее проведенное изучение почвенного покрова в зоне Усть-Каменогорска показало, что в почве накапливается значительное количество тяжелых металлов /5/. В качественном отношении наблюдался приоритет ведущих загрязнителей: Pb, Sb, Zn, Cd, Ag, Cu. Почвы - депонирующий компонент окружающей среды, отражающий загрязнение атмосферного воздуха за многолетний период. Для территории Усть-Каменогорска, характеризующейся степными ландшафтами со щелочной реакцией почвенного покрова, депонирующие свойства почв проявляются особенно ярко. Поэтому, на наш взгляд, наиболее острой проблемой, решение которой имеет практическое значение, является загрязнение тяжелыми металлами агроценозов вблизи города.

Для снижения загрязнения продукции сельского хозяйства, необходима разработка экологически чистых технологий. В связи с этим были исследованы различные генотипы озимой пшеницы, важной сельскохозяйственной культуры, для выявления металлоустойчивых видов, которые не накапливают токсичные металлы при выращивании на загрязненной почве. Дальнейшее их использование в производстве позволит получить экологически безопасную продукцию на загрязненных тяжелыми металлами землях.

Исследование содержания тяжелых металлов в прикорневой зоне генотипов озимой пшеницы показало, что по отношению к ПДК наблюдается превышение концентрации, как меди, так и кадмия. По отношению к региональному кларковому содержанию этих элементов в почвах Восточного Казахстана не наблюдается превышение по меди, но наблюдается по кадмию (рисунок 1, 2).

Как видно из рисунка 1 превышение содержания исследуемых металлов по отношению к ПДК примерно одинаковое во всех вариантах опыта, наибольшее содержание кадмия в прикорневой зоне наблюдается в варианте Мироновская 808 (рисунок 1). В сравнении с региональным Кларком, превышения по меди не наблюдается, а по кадмию превышение более значительное, чем в случае с ПДК (рисунок 2).

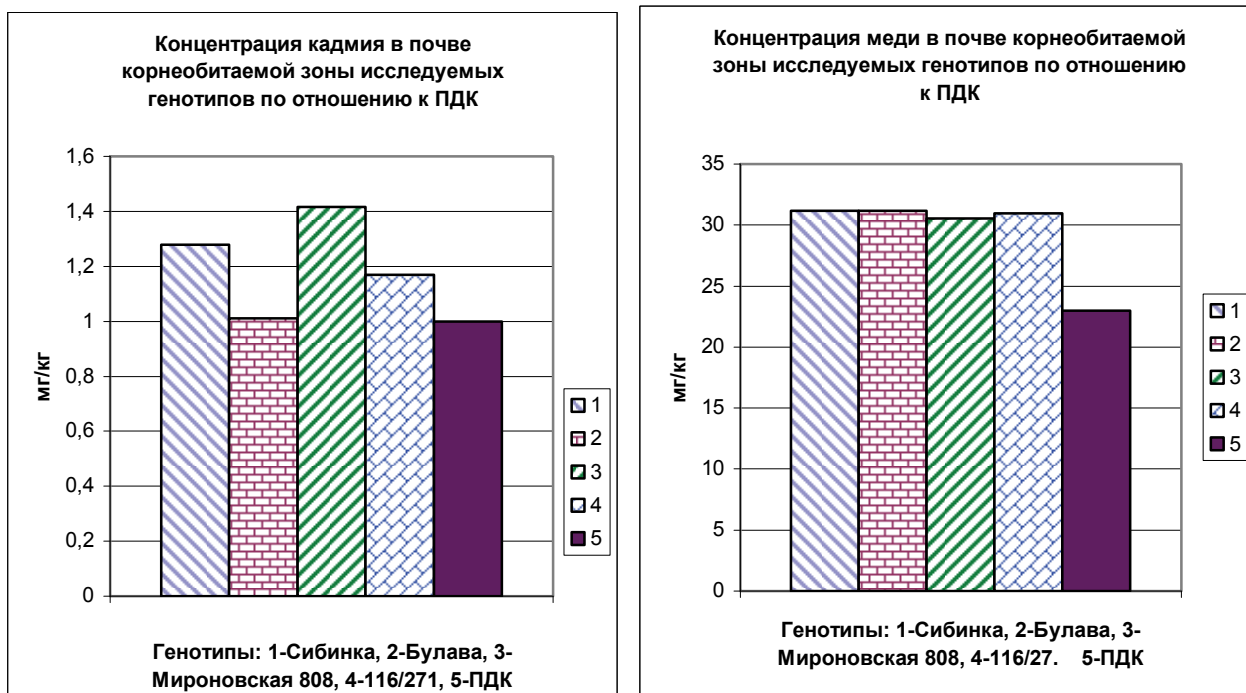


Рисунок 1. Содержание кадмия и меди в земле корнеобитаемого слоя, исследуемых генотипов (мг/кг) по отношению к предельно допустимой концентрации (ПДК).

Исследование содержания кадмия и меди в семенах различных генотипов показало разное накопление этих тяжелых металлов в них (рисунок 3). Установленное нами содержание меди в семенах озимой пшеницы не превышает ПДК для зерна ни в одном варианте опыта. Содержание же кадмия превышает ПДК во всех вариантах опыта.

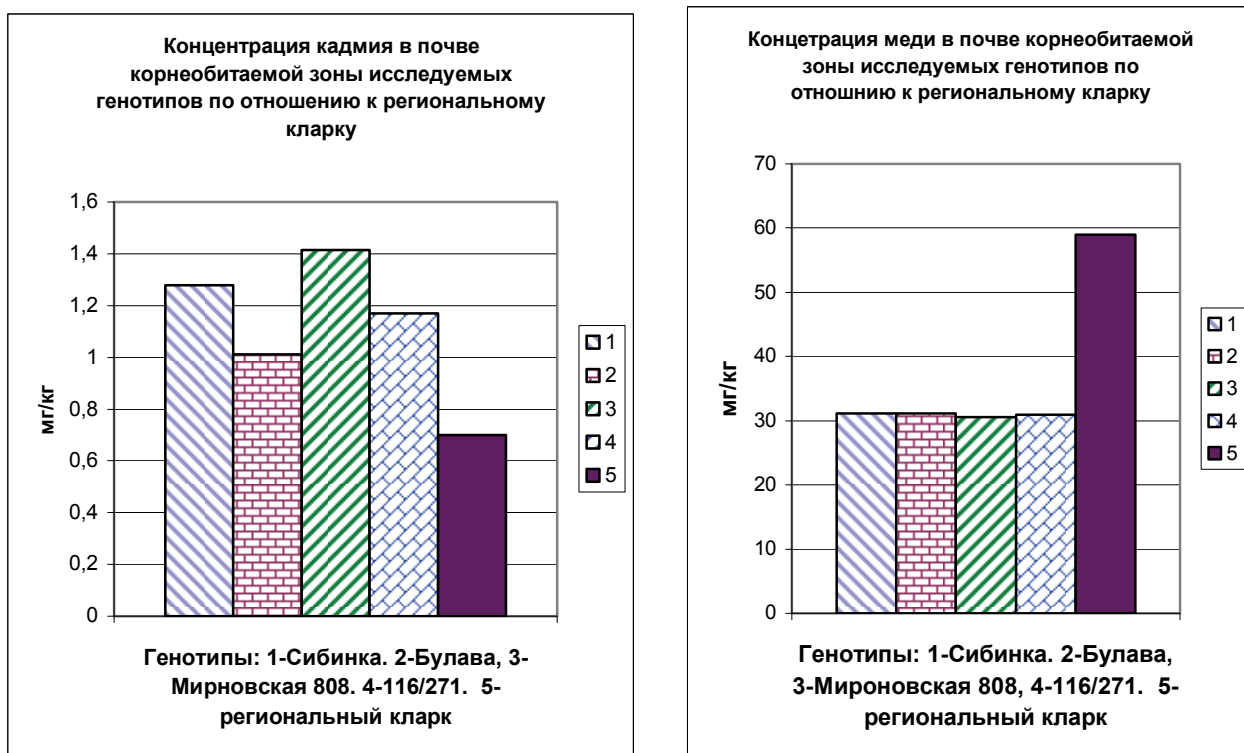


Рисунок 2. Содержание кадмия и меди в почве корнеобитаемой зоны исследуемых генотипов (мг/кг) по отношению к региональному кларку.

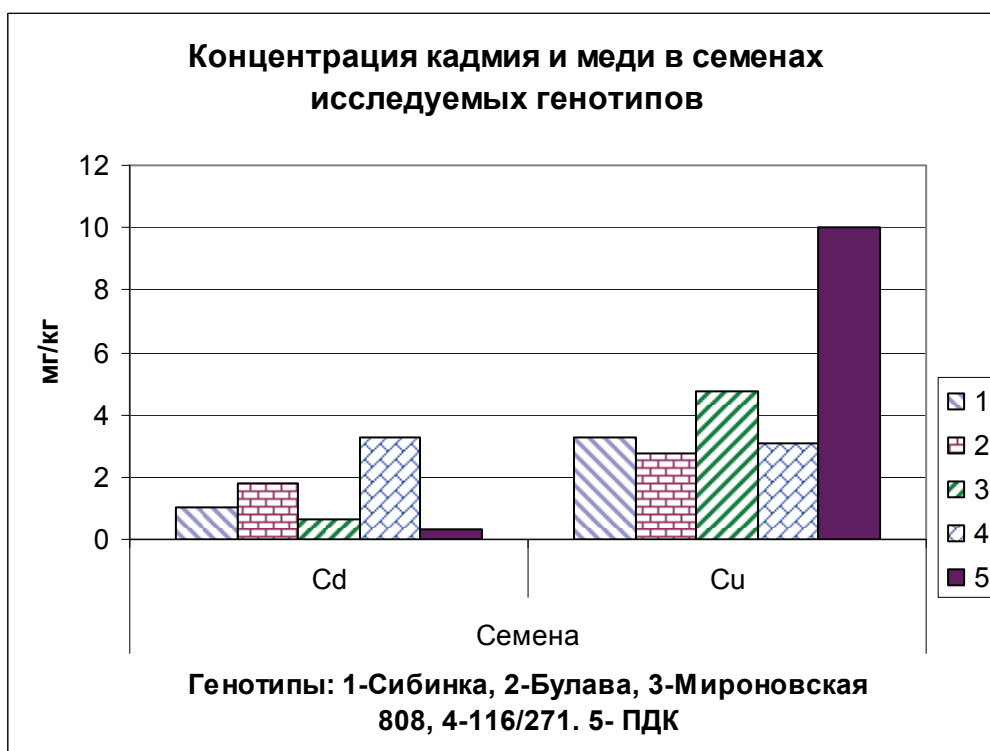


Рисунок 3. Содержание кадмия и меди в семенах исследуемых генотипов (мг/кг).

Наиболее благополучное положение по накоплению кадмия в семенах у генотипа Мироновская 808. Определение коэффициента биологического поглощения показало, что наименьший коэффициент биологического поглощения наблюдается в варианте с генотипом Мироновская 808 (таблица 1).

Показателем степени накопления элементов растениями является коэффициент биологического поглощения (КБП). Ранее было установлено, что КБП – относительно постоянная величина, незначительно изменяющаяся при увеличении дозы вносимого металла /6/. Результаты по биологическому поглощению исследуемых металлов показали, что медь мало накапливается в репродуктивных органах пшеницы. Такие же результаты были получены в исследованиях Калдыбаева Б.К. /1/. Автор указывает, что, несмотря на превышающее уровень ПДК количество меди в почвах агроценозов, в семенах зерновых культур обнаружены незначительные концентрации металла. В отношении кадмия наблюдаются не только значительное накопление кадмия в семенах, но также заметные различия между исследуемыми генотипами. Наибольшим накоплением характеризуются генотипы 116/271 и Булава, средним – Сибинка и наименьшим – Мироновская 808. Больше накопление кадмия в семенах, чем в других органах пшеницы было отмечено и другими авторами. Как правило, содержание микроэлемента в зерне пшеницы выше, чем в стеблях и листьях растений /1,7/. По мнению некоторых исследователей, уровень тяжелого металла кадмия в продуктах питания является проблемой продовольственной безопасности. Сокращение кадмия в зерне является одним из приоритетов программ селекции /7/.

Таблица 1

**Коэффициент биологического накопления (КБН) кадмия и меди у исследуемых генотипов озимой пшеницы**

| КБН | Исследуемые генотипы |        |                 |         |
|-----|----------------------|--------|-----------------|---------|
|     | Сибинка              | Булава | Мироновская 808 | 116/271 |
| Cd  | 0,80                 | 1,80   | 0,47            | 2,79    |
| Cu  | 0,11                 | 0,09   | 0,16            | 0,10    |

Исследование накопления исследуемых тяжелых металлов по органам озимой пшеницы показало, что однозначных выводов по накоплению кадмия сделать нельзя, так как наблюдаются значительные генотипические различия (рисунок 4). Такие генотипы, как Булава и 116/271 больше всего накапливают кадмий в семенах, а такие как Сибинка и Мироновская 808, наоборот, меньше всего в семенах.

Однако генотип Мироновская 808 накапливает наименьшее количество кадмия во всех исследованных частях растений (рисунок 4).

Исследование содержания меди по органам растений показали четкую тенденцию накопления в большем количестве этого металла в корнях растений, меньшего - в вегетирующей части и наименьшего - в семенах. Что касается генотипических различий, то наибольшее накопление этого металла в корнях характерно для генотипов Мироновская 808 и Сибинка, в вегетирующей части особых различий не наблюдается, а в семенах наибольшее накопление характерно для генотипа Мироновская 808 (рисунок 5). Однако, надо отметить, что содержание меди, которое наблюдается в семенах сорта Мироновская 808 значительно меньше ПДК (10 мг/кг) для семян пшеницы.

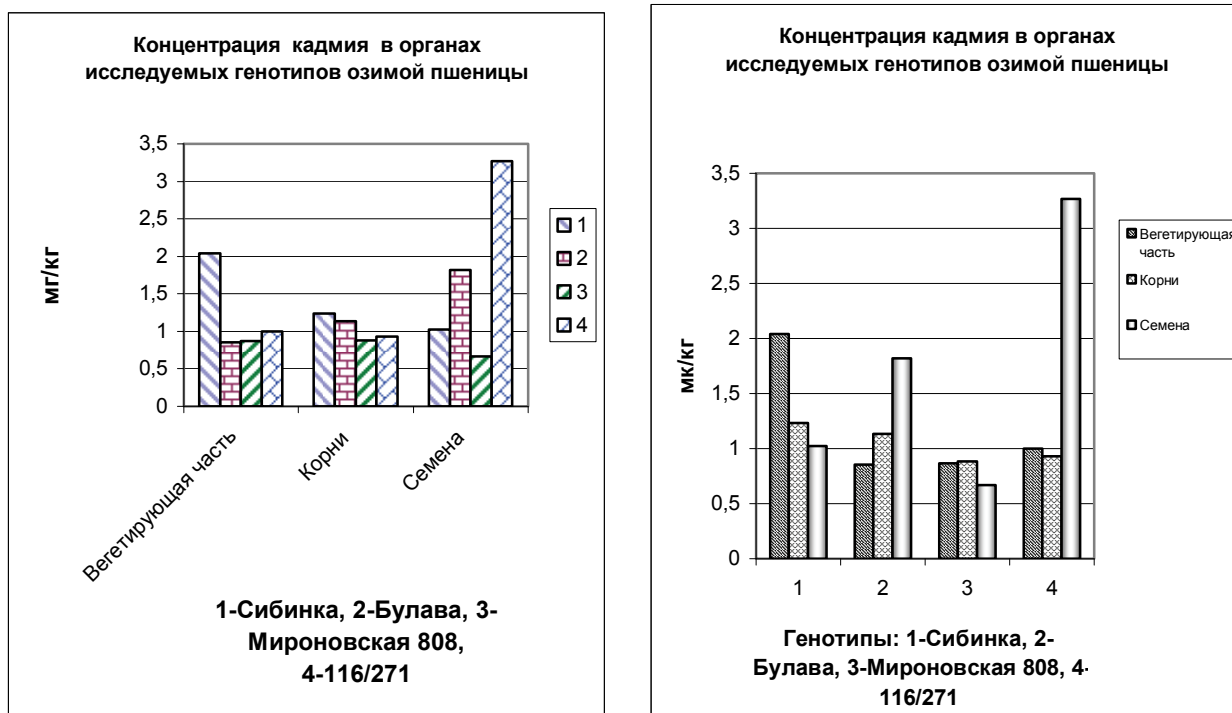


Рисунок 4. Содержание кадмия в органах исследуемых генотипов озимой пшеницы (мг/кг)

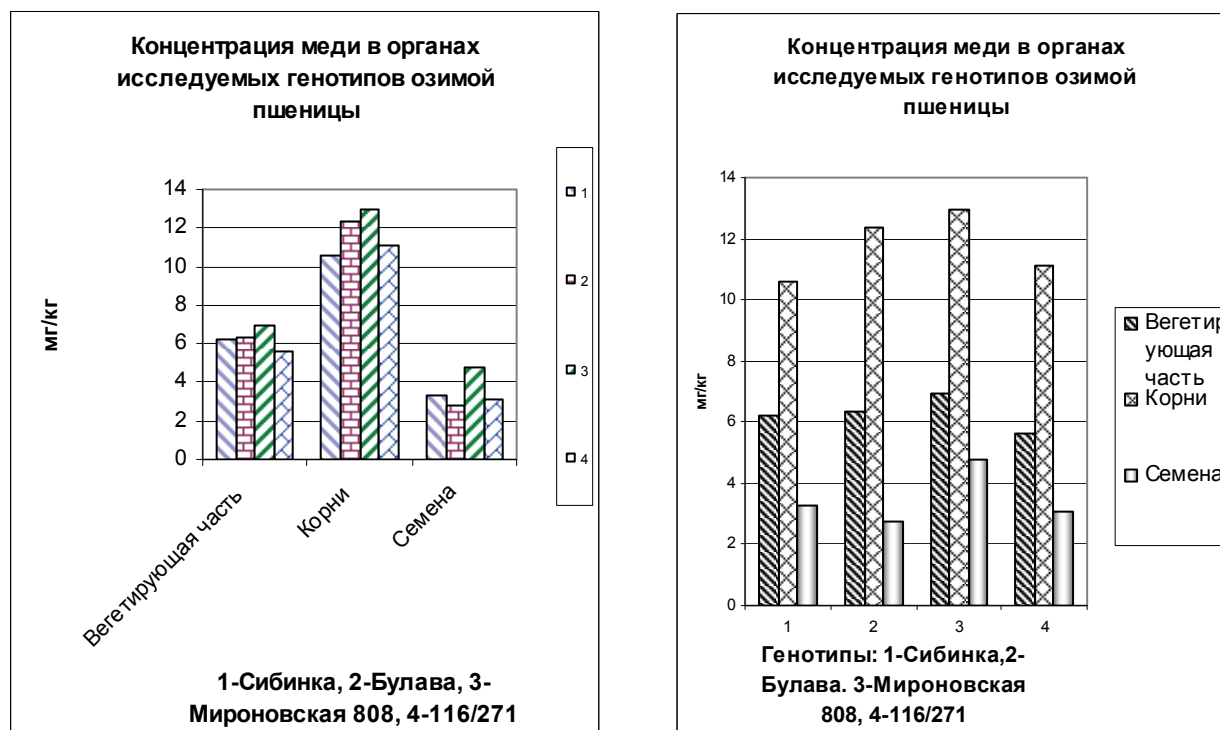


Рисунок 5. Содержание меди в органах исследуемых генотипов озимой пшеницы (мг/кг)

Таким образом, проведенные исследования показали, что особое внимание в последующем изучении металлоустойчивости озимой пшеницы нужно уделить накоплению кадмия в семенах пшеницы, так как кадмий токсичный элемент для живых организмов и, накапливаясь в семенах пшеницы, может передаваться по пищевой цепи и представлять угрозу здоровью людей. Необходимо дальнейшее исследование Мироновской 808, как сорта, имеющего наиболее низкий КБП кадмия в семенах, по сравнению с другими изученными в данной работе формами, а также расширить круг изучаемых генотипов озимой пшеницы, как возможных доноров устойчивости к накоплению кадмия.

## Литература

1. Калдыбаев Б.К. Эколого-генетическая оценка последствий загрязнения агроценозов восточной части зоны земледелия Исск-Кульской области. Автор. дисс. на соиск. степ. канд. биол. наук. – Алматы, 2000. – 28 с.
2. Абрамова Т.Н., Кузнецова В.К., Исамова Н.Н., Санжарова Н.И. Источники поступления тяжелых металлов и их воздействие на агроэкосистемы // Доклады II международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». Т. 2. – Семипалатинск, 2002. – С.413-417.
3. Лукин С.В., Солдат С.В., Пендюрин Е.А. Закономерности накопления цинка в сельскохозяйственных растениях // Агробиология. -1999, № 2. - С. 79-82.
4. Молчан И.М. Селекционно-генетические аспекты снижения содержания экотоксикантов в растениеводческой продукции // Сельскохозяйственная биология. - 1996, № 1. - С. 55-66.
5. Алыбаева Р.А., Беркибаев Г.Д., Билялова Г.Ж., Кожахметова А.Н. Оценка накопления тяжелых металлов в природных средах Усть-Каменогорского промышленного центра и металлоустойчивости генотипов пшеницы // Материалы Международной научно-практической конференции «Биологическое разнообразие и устойчивое развитие природы и общества», посвященной 75-летию КазНУ им. аль-Фараби и биологического факультета, 12-13 мая 2009 г. – Алматы: Изд-во КазНУ, 2009. - С. 132-135.
6. Панин М.С., Пильчук О.Н. Трансформация форм соединений кадмия в системе почва-проростки ячменя при различных уровнях загрязнения кадмием // Доклады II Междун. научно-прак. конф. “Тяжелые металлы, радионуклиды и эл.-биофилы в окружающей среде”. Т.2. – Семипалатинск, - 2002. -С. 54-60.
7. RE Knox, CJ Pozniak, FR Clarke, JM Clarke, S. Houshmand, and AK Singh RE. Chromosomal location of the cadmium uptake gene ( *Cdu1* ) in durum wheat // Genome. - 2009, № 52 (9). - P. 741 –747.

\*\*\*

*Шығыс - Қазақстан аймағына тән кадмий мен мыс сияқты ауыр металдардың жинақталуын бағалау мақсатында осы агроценоздардағы қыстық бидайлардың әртүрлі генотиптері зерттелді. Кадмий мен мыс мөлшері топырақта ШРК-дан асқан кезде дәндегі мыс мөлшері аз және ШРК-дан аспайтыны, ал мыс тұқымдар үшін ШРК-дан асатыны байқалды. Сонымен бірге зерттеу кезінде мырыш пен қорғасынның жинақталуында генетикалық белгі бойынша біршама айырмашылық табылды.*

\*\*\*

*Different genotypes of wheat in the East Kazakhstan agrocaenosis were investigated to assess the accumulation of such prior for the region heavy metals like cadmium and copper. It is shown that under quantities of cadmium and copper exceeding MPC (maximum permissible concentration) in the soil, the amount of copper in the grain slight and does not exceed the MPC, and the amount of cadmium - higher than the MPC for the seeds. The study also found significant differences in the accumulation of cadmium and copper on genotypic trait.*